



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115228514 A

(43) 申请公布日 2022. 10. 25

(21) 申请号 202211022857.4

(22) 申请日 2022.08.25

(71) 申请人 中国科学院地球化学研究所
地址 550081 贵州省贵阳市观山湖区金麦
社区服务中心林城西路99号中国科学
院地球化学研究所

(72) 发明人 赵斯哲 李阳 莫冰 李瑞
李雄耀 刘建忠

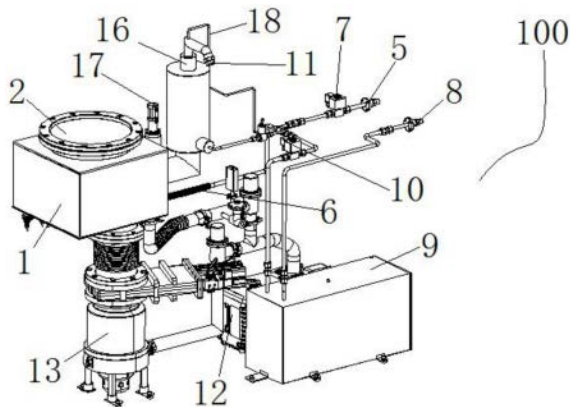
(74) 专利代理机构 北京方圆嘉禾知识产权代理
有限公司 11385
专利代理师 李佳川

(51) Int. Cl.
B01L 1/02 (2006.01)
B01L 7/00 (2006.01)

权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称
一种行星高低温真空环境模拟实验系统

(57) 摘要
本发明公开一种行星高低温真空环境模拟实验系统,涉及实验设备技术领域;包括密闭设置的实验舱,所述实验舱内设置有能够导冷或导热的样品台,所述实验舱外接有抽真空设备,所述样品台底部设置有换热装置,所述换热装置外接有液氮存储装置。本发明提供的行星高低温真空环境模拟实验系统,可模拟温度范围大,能够模拟真空低温或真空高温环境,适用于多种环境状态下对样品的实验。



1. 一种行星高低温真空环境模拟实验系统,其特征在于:包括密闭设置的实验舱,所述实验舱内设置有能够导冷或导热的样品台,所述实验舱外接有抽真空设备,所述样品台底部设置有换热装置,所述换热装置外接有液氮存储装置。

2. 根据权利要求1所述的行星高低温真空环境模拟实验系统,其特征在于:所述实验舱顶部通过法兰密封连接有能够更换的舱盖。

3. 根据权利要求1所述的行星高低温真空环境模拟实验系统,其特征在于:所述换热装置包括设置于所述样品台底部的蛇形盘管,所述蛇形盘管两端通过管路与所述液氮存储装置连接,所述蛇形盘管与所述液氮存储装置连接的管路上设置有阀门。

4. 根据权利要求3所述的行星高低温真空环境模拟实验系统,其特征在于:所述液氮存储装置分别连接有液相接头和气相接头,所述液相接头通过连接管与所述蛇形盘管一端连接,所述液相接头与所述连接管之间设置有低温电磁阀;所述气相接头一端穿过氮气加热装置后通过所述连接管与所述蛇形盘管连接,位于所述氮气加热装置和所述连接管之间的所述气相接头上设置有高温电磁阀;所述蛇形盘管一端与所述连接管连接,另一端通过排气管路外接有氮气排气口;所述低温电磁阀、高温电磁阀和氮气加热装置分别与控制系统连接,所述控制系统能够根据所述样品台处的温度值控制所述低温电磁阀、高温电磁阀和氮气加热装置的开闭。

5. 根据权利要求1所述的行星高低温真空环境模拟实验系统,其特征在于:所述抽真空设备包括真空泵和分子泵,所述真空泵和分子泵分别通过真空管路与所述实验舱连通。

6. 根据权利要求3所述的行星高低温真空环境模拟实验系统,其特征在于:所述实验舱内设置有样品台架,所述样品台设置于所述样品台架上,所述蛇形盘管位于所述样品台架和所述样品台之间;所述样品台上开设有多个样品槽。

7. 根据权利要求4所述的行星高低温真空环境模拟实验系统,其特征在于:所述排气管路上安装有散热风扇;所述连接管上设置有辅助加热器。

8. 根据权利要求1所述的行星高低温真空环境模拟实验系统,其特征在于:所述实验舱通过补液气动阀连接有补液储罐,所述补液储罐外接有补液管路。

一种行星高低温真空环境模拟实验系统

技术领域

[0001] 本发明涉及实验设备技术领域,特别是涉及一种行星高低温真空环境模拟实验系统。

背景技术

[0002] 近数十年来,包括我国嫦娥工程、美国阿波罗计划等的实施部署,人类对月球与深空探测已取得了显著的认识与成果。随着探测活动的迅速发展,人类对地外天体的探测将由近地、中低纬度向远距离与高纬度极区进行转变。当前即将开展的探测计划将面临遥感数据质量不佳或缺失、极端温度环境等严苛挑战。基于这一现状,预先开展地面验证性实验研究有着极其重要的工程意义与科学价值。

[0003] 以月球为例,其主要位于月球南北极点 20° 范围内的永久阴影区具有极严苛的温度条件,温度范围120-29K,温度低,且其变化较小,属于极端低温环境;以小行星为例,虽然小行星轨道及自转周期不同,但总体具有温差较大自转周期较快的特点。高低温状态转换较快。极端温度环境以及温度快速变化的环境状态为地外月球和深空探测带来了极大的阻碍。

[0004] 为了实际探测过程能够顺利进行,尽可能的避免高低温等极端环境对探测过程的阻碍,因此需要预先开展深空内高低温极端环境的地面验证性实验研究,研究过程中需要模拟实际的宇宙内其他地外天体的真空环境和温度极限环境,然而目前的实验装置模拟温度范围变化小,无法准确模拟宇宙基础环境,从而导致实验结果不准确。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种行星高低温真空环境模拟实验系统,以解决上述现有技术存在的问题,可模拟温度范围大,能够模拟真空低温环境,实验环境状态可选范围广。

[0006] 为实现上述目的,本发明提供了如下方案:

[0007] 本发明提供一种行星高低温真空环境模拟实验系统,包括密闭设置的实验舱,所述实验舱内设置有能够导冷或导热的样品台,所述实验舱外接有抽真空设备,所述样品台底部设置有换热装置,所述换热装置外接有液氮存储装置。将待实验样品放置于样品台上,然后对实验舱抽真空,当达到预设真空度后,换热装置接通液氮存储装置,通过液氮或将液氮加热为氮气后对样品进行换热,从而为样品提供低温或高温环境,即可实现月球真空低温或高温环境的模拟,进而可以开展该环境下的样品试验。

[0008] 可选的,所述实验舱顶部通过法兰密封连接有能够更换的舱盖,从而可以采用不同的法兰接口,外接不同的仪器,实现对样品的原位实验操作/检测。

[0009] 可选的,所述换热装置包括设置于所述样品台底部的蛇形盘管,所述蛇形盘管两端通过管路与所述液氮存储装置连接,所述蛇形盘管与所述液氮存储装置连接的管路上设置有阀门,蛇形盘管内用于通入氮气或液氮,蛇形盘管的弯曲结构相较于传统直管结构,延长了液氮或氮气的流通过程,增加了换热时间,提高了换热效果,可以快速的与样品台换

热,进而为样品台上的样品提供所需低温或高温环境。

[0010] 可选的,所述液氮存储装置分别连接有液相接头和气相接头,所述液相接头通过连接管与所述蛇形盘管一端连接,所述液相接头与所述连接管之间设置有低温电磁阀;所述气相接头一端穿过氮气加热装置后通过所述连接管与所述蛇形盘管连接,位于所述氮气加热装置和所述连接管之间的所述气相接头上设置有高温电磁阀;所述蛇形盘管一端与所述连接管连接,另一端通过排气管路外接有氮气排气口,通过控制低温电磁阀和高温电磁阀的开闭,可以分别实现向蛇形盘管内通入液氮或加热后的氮气,进而可以对样品台制冷或加热,与样品台换热后的氮气经氮气排气口排出;所述低温电磁阀、高温电磁阀和氮气加热装置分别与控制系统连接,控制系统通过信号反馈回路连接有测温装置,测温装置位于样品台位置处,能够将样品台的温度值发送至控制系统内,并转换为电信号经控制系统分析处理,所述控制系统能够根据所述样品台处的温度值与预设值进行比较,并根据实际温度值与预设值的差距作为依据,控制所述低温电磁阀、高温电磁阀和氮气加热装置的开闭,自动对样品台处进行加热或制冷,从而控制系统可以根据需要自动调节样品台处的温度,实现样品台处温度的自动升降。

[0011] 可选的,所述抽真空设备包括真空泵和分子泵,所述真空泵和分子泵分别通过真空管路与所述实验舱连通,可以分别对实验舱以及样品台位置处进行抽真空,真空度高。

[0012] 可选的,所述实验舱内设置有样品台架,所述样品台设置于所述样品台架上,所述蛇形盘管位于所述样品台架和所述样品台之间;所述样品台上开设有多个样品槽,样品台可以根据样品需求进行定制,结构可不固定,本发明所列举的实施例中,所述样品槽横截面为圆形或矩形结构,适用于不同规格的多种样品,且样品台可以更换,进一步增加了可实验样品的种类,样品台可以通过卡接装置固定于样品台架上,避免了实验过程中样品台的移动,定位精准,便于实验。

[0013] 可选的,所述排气管路上安装有散热风扇,可以对高温的氮气进行散热后再排出;所述连接管上设置有辅助加热器,可以对输送至蛇形盘管的氮气进行加热,从而便于蛇形盘管处的换热,所能够营造的高温环境温度范围更大。

[0014] 可选的,所述实验舱通过补液气动阀连接有补液储罐,所述补液储罐外接有补液管路,从而可以减少循环过程中的液氮损耗,能够与下方蛇形盘管形成循环,类似液位保持器原理,当蛇形盘管内液氮充足时,液位高于液位保持器,此时补液储罐和补液管路内部进行自循环,当蛇形盘管内液氮不足时,低于液位保持器,此时通过补液储罐和补液管路对蛇形盘管内进行补液。

[0015] 本发明相对于现有技术取得了以下技术效果:

[0016] 本发明实验舱顶部设置有可更换的舱盖,便于根据使用需要对舱盖进行定制,定制舱盖可自定义观察窗大小及法兰接口,从而对实验样品开展不同种类的原位测试。采用加热的氮气或液氮输送至蛇形盘管处,与具有导冷和导热性质的样品台换热,进而可以为样品营造所需低温或高温环境,通过抽真空设备可以对实验舱和样品台处分别抽真空,真空度高,能够形成模拟月球的真空低温或高温环境,便于样品的实验。

附图说明

[0017] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例中所

需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0018] 图1为本发明行星高低温真空环境模拟实验系统结构示意图;

[0019] 图2为本发明行星高低温真空环境模拟实验系统的主视示意图;

[0020] 图3为本发明行星高低温真空环境模拟实验系统的侧视示意图;

[0021] 图4为本发明行星高低温真空环境模拟实验系统的样品台架和样品台连接结构示意图;

[0022] 图5为本发明行星高低温真空环境模拟实验系统的样品台架和样品台分解结构示意图;

[0023] 附图标记说明:100-行星高低温真空环境模拟实验系统,1-实验舱,2-舱盖,3-样品台,4-蛇形盘管,5-液相接头,6-连接管,7-低温电磁阀,8-气相接头,9-氮气加热装置,10-高温电磁阀,11-氮气排气口,12-真空泵,13-分子泵,14-样品台架,15-样品槽,16-补液储罐,17-补液气动阀,18-补液管路。

具体实施方式

[0024] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0025] 本发明的目的是提供一种行星高低温真空环境模拟实验系统,以解决上述现有技术存在的问题,可模拟温度范围大,能够模拟真空低温环境,实验环境状态可选范围广。

[0026] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

[0027] 如图1、图2和图3所示,本发明提供一种行星高低温真空环境模拟实验系统100,包括密闭设置的实验舱1,实验舱1顶部通过法兰密封连接有能够更换的舱盖2,从而可以采用不同的法兰接口,外接不同的仪器,实现对样品的不同实验操作;实验舱1内设置有能够导冷或导热的样品台3,实验舱1外接有抽真空设备,样品台3底部设置有换热装置,换热装置外接有液氮存储装置,传热介质可以采用液氮和加热后的氮气。将待实验样品放置于样品台上,然后对实验舱1抽真空,待真空检测装置测定达到预设真空度后,换热装置接通液氮存储装置,并开启或关闭辅助加热装置,从而为样品提供高温或低温环境,即可实现月球真空低温或高温环境的模拟,进而可以开展该环境下的样品试验。

[0028] 具体的,换热装置包括设置于样品台3底部的蛇形盘管4,蛇形盘管4两端通过管路与液氮存储装置连接,蛇形盘管4与液氮存储装置的管路上设置有阀门,蛇形盘管4内用于通入氮气或液氮,蛇形盘管的弯曲结构相较于传统的直管结构,延长了液氮或氮气的流通路径,增加了换热时间,提高了换热效果,可以快速的与样品台3换热,进而为样品台3上的样品提供所需低温或高温环境,控温精度能够达到1度以内;温控范围能够达到-196℃-200℃。液氮存储装置分别连接有液相接头5和气相接头8,液相接头5通过连接管6与蛇形盘管4一端连接,液相接头5与连接管6之间设置有低温电磁阀7;气相接头8一端穿过氮气加热装

置9后通过连接管6与蛇形盘管4连接,位于氮气加热装置9和连接管6之间的气相接头8上设置有高温电磁阀10;蛇形盘管4一端与连接管6连接,另一端通过排气管路外接有氮气排气口11,通过控制低温电磁阀7和高温电磁阀10的开闭,可以分别实现向蛇形盘管4内通入液氮或加热后的氮气,进而可以对样品台3制冷或加热,连接管6上设置有辅助加热器,可以对输送至蛇形盘管4的氮气进行加热,从而便于蛇形盘管4处的换热,能够营造的高温环境温度范围更大;与样品台3换热后的氮气经氮气排气口11排出,排气管路上安装有散热风扇,可以对高温的氮气进行散热后再排出。抽真空设备包括真空泵12和分子泵13,真空泵12和分子泵13分别通过真空管路与实验舱1连通,真空管路可以延伸至样品台3位置处,可以分别对实验舱1以及样品台3位置处进行抽真空,真空度高,能够达到 10^{-4} Pa,进而实现不同状态下的样品实验。

[0029] 进一步优选的,实验舱1内设置有样品台架14,如图4和图5所示,样品台3设置于样品台架14上,蛇形盘管4位于样品台架14和样品台3之间;样品台3上开设有多个样品槽15,样品槽15横截面为圆形或矩形结构,适用于不同规格的多种样品,且样品台3可以更换,进一步增加了可实验样品的种类,样品台3可以通过卡接装置固定于样品台架14上,避免了实验过程中样品台3的移动,定位精准,便于实验。实验舱1通过补液气动阀17连接有补液储罐16,补液储罐16外接有补液管路18。

[0030] 本发明工作时,将样品放置于样品台3上,实验舱1顶部通过法兰根据需要外接不同的实验仪器,真空泵12和分子泵13对实验舱1内部抽真空,从而模拟月球真空环境,关闭高温电磁阀10,开启低温电磁阀7,进而液氮经液相接头5、连接管6输送至蛇形盘管4处,并在蛇形盘管4处与样品台3换热,使得样品台3具有所需低温环境,进而可以开展真空低温环境;当需要进行高温环境实验时,只需关闭低温电磁阀7,打开高温电磁阀10,此时液氮经气相接头8输送至氮气加热装置9加热为氮气后进入连接管6,并经连接管6送至蛇形盘管4处,然后对样品台3加热,进而营造真空高温实验环境,换热后的氮气经蛇形盘管4另一端输送至氮气排气口11排出,为避免排出气体温度过高,可以打开排气口处的散热风扇对其降温。本发明低温电磁阀7和高温电磁阀10分别电连接有控制系统,进而可以根据需要自动转换开闭状态,进而可以实现多周期自动冷热定速循环。

[0031] 在本发明的描述中,需要说明的是,术语“中心”、“顶”、“底”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。此外,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0032] 本发明中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想;同时,对于本领域的一般技术人员,依据本发明的思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处。综上所述,本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

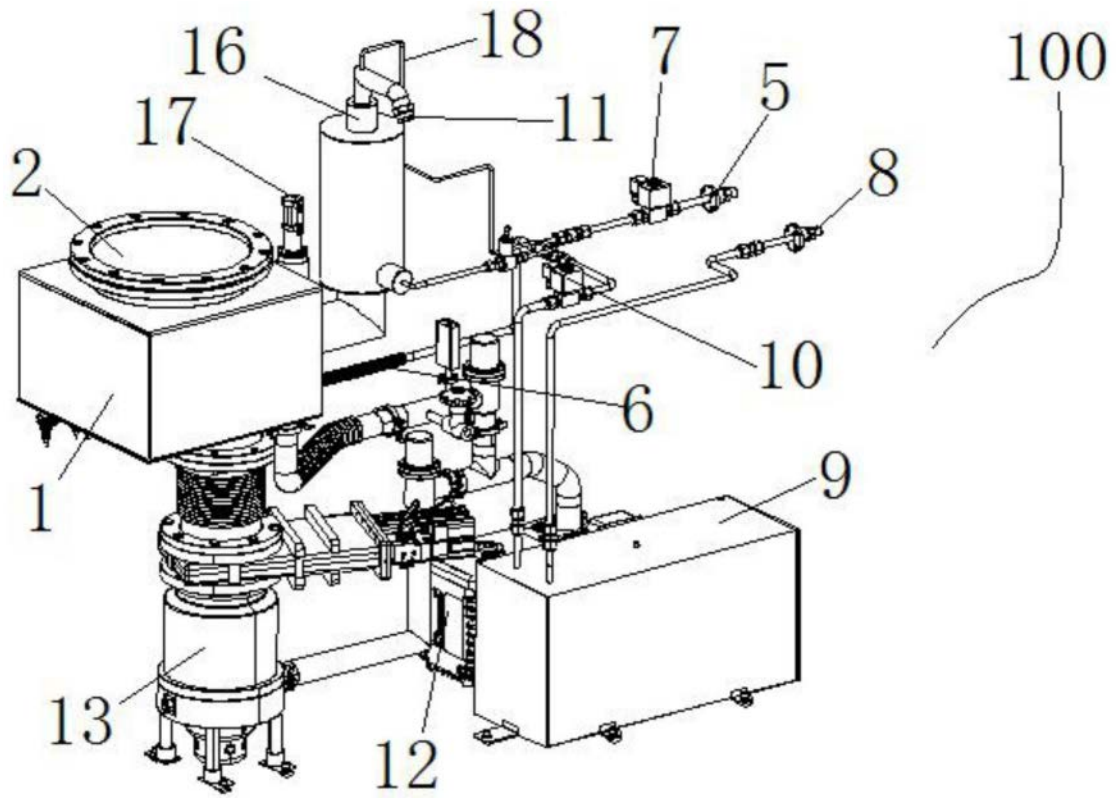


图1

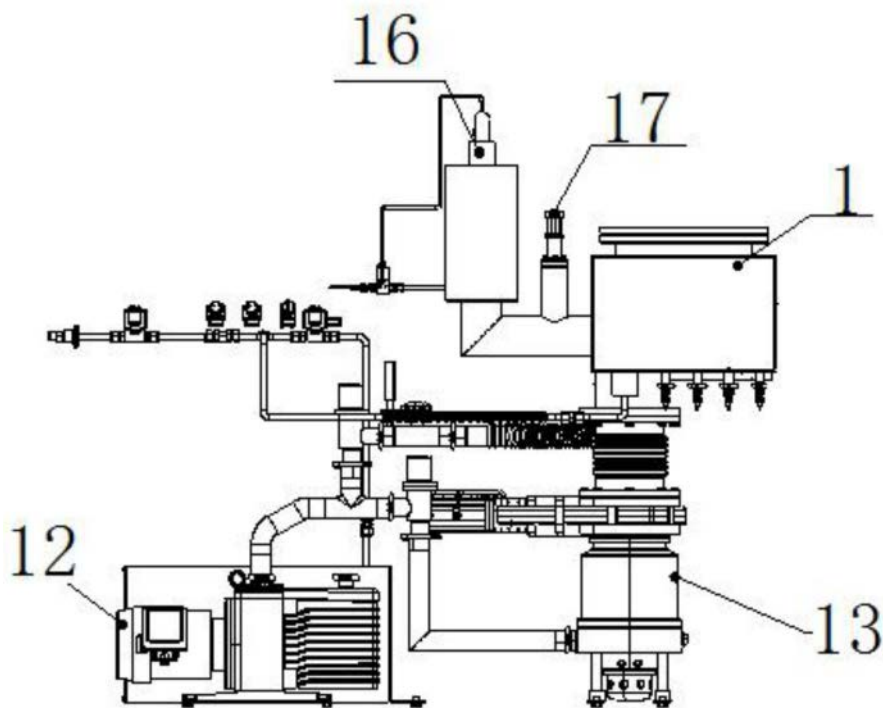


图2

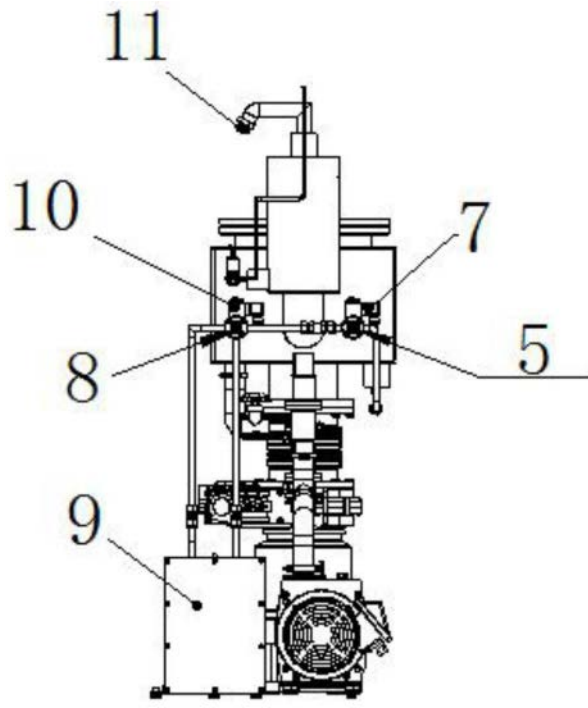


图3

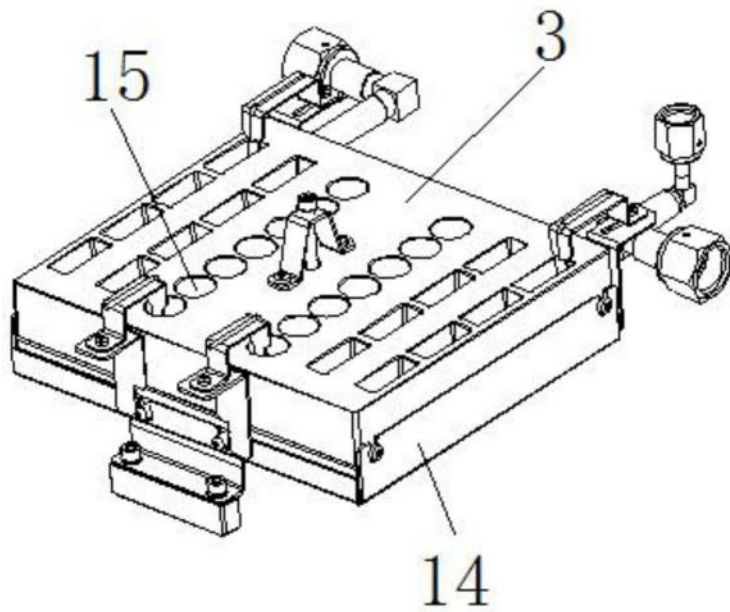


图4

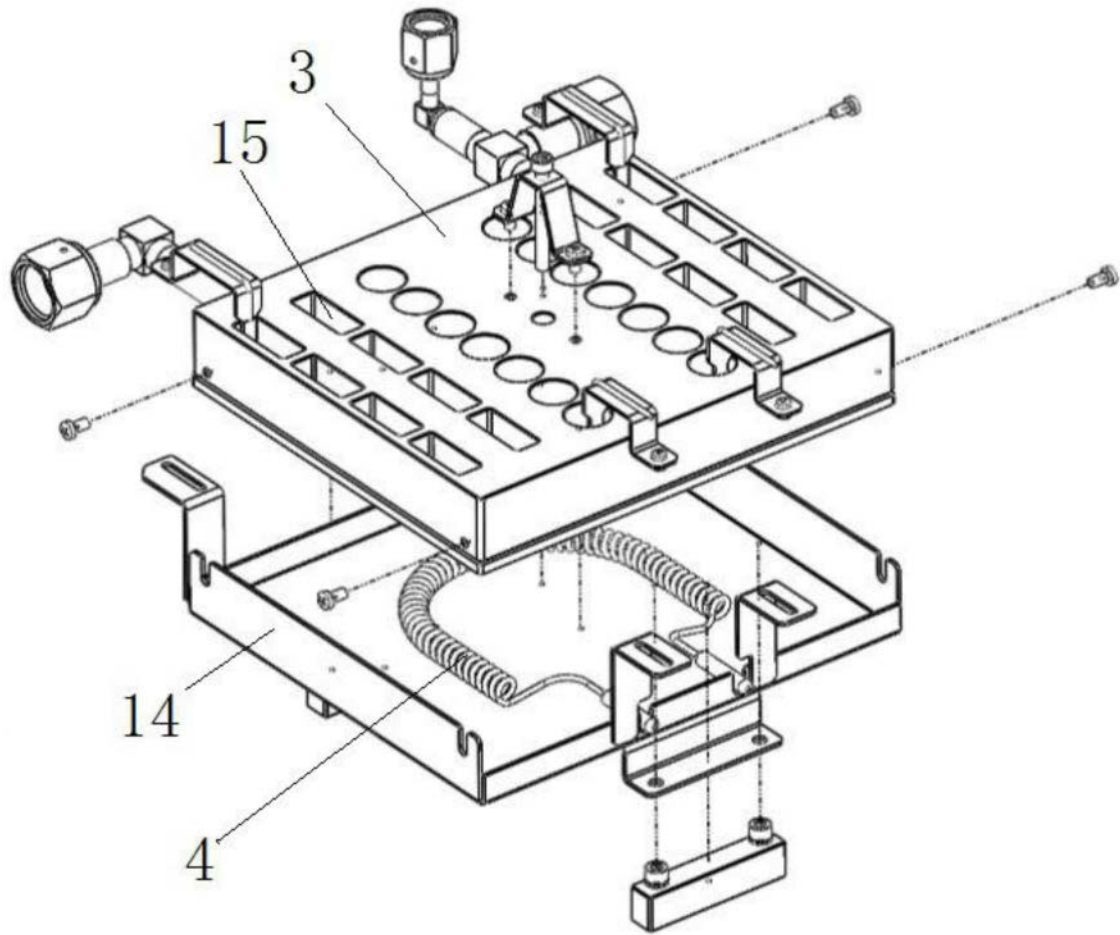


图5